

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ÁCIDOS GRASOS, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIAL EN
EXTRACTOS DE VERDOLAGA
(Portulaca oleracea)

**Tesis previa a la obtención del título de Magister
en Biología de la Conservación**

CRISTIAN ROBERTO MONCAYO ESPÍN

Quito, 2015

CERTIFICACIÓN

Certifico que la tesis de Maestría en Biología de la Conservación del candidato **Cristian Roberto Moncayo Espín**, ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas, por tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Dr. Carlos A. Soria, Ph.D.

Director de Tesis

Quito, diciembre de 2015

DEDICATORIA

A mis queridos abuelos:

Servellón Moncayo[†] y Angelita Vallejo[†]

Genaro Espín y Carmela Gallardo

A mis padres: Orlando Moncayo y Ligia Espín

A mi hija: María Elena Moncayo Lozada

A mi hermano y mi sobrina: Diego Moncayo Espín y María José Moncayo Mantilla

Sin su presencia y apoyo no hubiera sido posible seguir este camino, un abrazo a todos/as

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han participado de gran manera a la culminación de este trabajo, brindándome su apoyo y conocimiento, quiero agradecer por la apertura y confianza que tuvieron conmigo.

Al laboratorio BQ-112 y a todos los compañeros que trabajan y hacen sus pasantías, por compartir sus vivencias, experiencias y amistad.

A mi director de tesis Dr. Carlos A. Soria por todo el apoyo y tiempo brindado en la elaboración de esta tesis, por guiarme con su experiencia, conocimiento y respaldo.

A mis lectores Dra. Iliana Alcocer y Mtr. Pablo Pozo expreso mi gratitud por el apoyo y confianza en la apertura de sus laboratorios para la culminación de esta tesis brindando su conocimiento y ayuda desinteresadamente.

Al Ing. Julio Sánchez mi sincero agradecimiento por su colaboración en el desarrollo del diseño experimental de esta investigación.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por los fondos destinados a esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE ANEXOS	x
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	5
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS	10
6. METODOLOGÍA	12
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
8. CONCLUSIONES	23
9. RECOMENDACIONES	25
10. LITERATURA CITADA	26
11. FIGURAS	31
12. TABLAS	38
13. ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema de extracción sucesiva de *Portulaca oleracea* para la aplicación de técnicas de tamizaje fitoquímico basado en Miranda y Cuellar (2001).
- Figura 2. Picos de detección en el cromatógrafo de gases Agilent Technologies, modelo 7890A por el método AOAC 996.06 y estándar F.A.M.E Mix C4-C24 donde se muestra el perfil de ácidos grasos de *Portulaca oleracea*.
- Figura 3. Curva de la efectividad antioxidante de los extractos de hoja y planta de *Portulaca oleracea* vs ácido ascórbico como control generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Figura 4. Curva de la actividad antimicrobiana de los extractos de hoja y planta de *Portulaca oleracea* en *E.coli* generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Figura 5. Curva de la actividad antimicrobiana de los extractos de hoja y planta de *Portulaca oleracea* en *S.aureus* generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Figura 6. Mapa del Ecuador donde se muestra la distribución potencial de *Portulaca oleracea* generado por el Software ArcGis 10.0.
- Figura 7. Mapa del Ecuador donde se muestra la distribución potencial de *Portulaca oleracea* y la remanencia de bosques para determinar áreas de conservación generado por el Software ArcGis 10.0.

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Datos obtenidos de la cuantificación de humedad de las muestras de *Portulaca oleracea*.
- Tabla 2. Datos obtenidos de las pruebas del tamizaje fitoquímico.
- Tabla 3. Datos obtenidos de la cuantificación de contenido lipídico de las muestras de *Portulaca oleracea*. Donde Balón V contiene el peso de los balones vacíos y Balón S contiene el peso de los balones con los extractos secos.
- Tabla 4. Perfil de ácidos grasos de *Portulaca oleracea* generado por el Software del cromatógrafo de gases Agilent Technologies, modelo 7890A.
- Tabla 5. Relación entre ácidos grasos omega 6 y omega 3 en *Portulaca oleracea*.
- Tabla 6. Relación entre porcentaje y peso de ácidos grasos omega 6 y omega 3 en *Portulaca oleracea*.
- Tabla 7. Anova de los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 8. Test de Tukey aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 9. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos luego del Test de Tukey aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 10. Grupos en los subconjuntos homogéneos luego del Test de Tukey aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 11. Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de Hojas de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0.

- Tabla 12. Prueba de Chi-cuadrado al Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de Hojas de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 13. EC 50 de los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de hojas de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 14. Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de planta de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 15. Prueba de Chi-cuadrado al Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de planta de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 16. EC 50 de los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de planta de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 17. Anova de los datos obtenidos de las pruebas de antimicrobianas con E.coli y Test de Dunnett generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 18. Anova de los datos obtenidos de las pruebas de antimicrobianas con *S. aureus* y Test de Dunnett generado por el Software SPSS versión 22.0.
- Tabla 19. Puntos de ocurrencia de *Portulaca oleracea* tomados de las bases de datos Tropica.org, Gbiz y herbarios.
- Tabla 20. Pruebas del tamizaje fitoquímico.

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. *Portulaca oleracea*.
- Anexo 2. Equipo Rotavapor Boeco RVD 400 SD.
- Anexo 3. Equipo Cromatógrafo de gases Agilent Technologies, modelo 7890A.
- Anexo 4. Equipo de Soxhlet armado para la extracción de ácidos grasos en *Portulaca oleracea*.
- Anexo 5. Equipo micro Soxhlet armado para la extracción de ácidos grasos en *Portulaca oleracea*.
- Anexo 6. Concentración de extractos metanólicos de *Portulaca oleracea* en equipo Rotavapor.
- Anexo 7. Equipo secador de plantas a 65 °C.
- Anexo 8. Equipo Espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 60 utilizado para la medición de la efectividad antioxidante de *Portulaca oleracea*.
- Anexo 9. Equipo Espectrofotómetro Eppendorf BioPhotometer utilizado para calibrar la escala de McFarlan en las bacteria.
- Anexo 10. Distribución de los discos con extractos en las placas para realizar el antibiograma
- Anexo 11. Medición de los halos de inhibición de los extractos de *Portulaca oleracea* en las placas de antibiograma.

1. RESUMEN

Desde tiempos prehistóricos las plantas medicinales han sido utilizadas para el tratamiento de diversas afecciones. Estas plantas han sido objeto de un sin número de investigaciones con el fin de encontrar propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antimutagénicas. *Portulaca oleracea* o verdolaga, es una hierba nativa, rica en ácidos grasos omega3 y vitaminas, que ha sido usada con fines medicinales. En el Ecuador, un país rico en biodiversidad, se han encontrado dos especies endémicas pertenecientes a la familia Portulacaceae. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo extraer biomoléculas potencialmente activas de extractos de *Portulaca oleracea*. Para tal efecto, se realizaron diferentes pruebas de tamizaje fitoquímico en los extractos etéreos, alcohólicos y acuosos de verdolaga. Los resultados mostraron la presencia de varios metabolitos constituyentes como alcaloides, compuestos grasos, catequinas, saponinas, taninos, flavonoides, antocianinas, mucílagos, triterpenos, esteroides, lactonas y coumarinas.

Se investigó el potencial antioxidante y la actividad antibacteriana de los extractos en metanol de hojas y planta total de verdolaga. Para determinar la posible actividad antioxidante, se utilizó la molécula 2, 2-difenil-1-picrylhydrazyl (DPPH) un inhibidor de oxidación y se encontró que tanto las hojas (75,76%) como la planta total (78,36%) muestran una fuerte actividad antioxidante de origen natural, cuando se compara con el ácido ascórbico (98,16%) (L-Ascorbic Acid AR-Lobachemie). La actividad antioxidante de los extractos de la hoja fue significativamente menor ($P < 0,01$) que los extractos de la planta total.

Se determinó la concentración de los extractos requerida para inhibir el 50% del radical (DPPH); el extracto de hojas mostró un $EC_{50} = 121,41 \mu\text{g/ml}$, en tanto que el extracto de

planta total un $EC_{50} = 87,87 \mu\text{g/ml}$. La prueba de Probit para determinar la EC_{50} de los extractos con el ajuste de bondad de Pearson fue también altamente significativa ($P < 0,01$).

Al analizar la cantidad de lípidos totales se encontró un 2,29% de lípidos y el porcentaje de humedad de la planta fue de 92,00%. La relación entre ácidos grasos omega 6 y omega 3 fue 1/9 por lo que al tener más ácidos grasos omega 3 se podría pensar en un efecto cardio protector en términos de antitrombótico, antiarrítmico, antihipertensivo y antiinflamatorio.

Finalmente, los extractos en metanol de las hojas (2000 $\mu\text{g/ml}$) mostraron actividad antibacteriana en *E. coli* ($P < 0,01$), mientras que a la misma concentración, los extractos en metanol de la planta total mostraron actividad antibacteriana en *S. aureus* ($P < 0,05$).

En conclusión, *Portulaca oleracea* muestra una fuerte actividad antioxidante natural, a más de ser rica en ácidos grasos del tipo omega 3, así como un potencial antibacteriano que podría ser utilizado en la medicina y en la industria farmacéutica, alimenticia y nutricional. Tomando en cuenta las propiedades que se ha encontrado en esta planta, amerita establecer una estrategia de conservación y utilidad.

2. ABSTRACT

Medicinal plants have been used since prehistoric times to treat several diseases. These plants have gone through extensive research to find antioxidant, antibacterial and antimutagenic properties. *Portulaca oleracea* known as purslane, is a native herb rich in fatty acids omega3 and vitamins, that is usually used with medical purposes. In Ecuador, a very rich country in terms of biodiversity, two endemic plants of the Portulacaceae family have been described. In that context, the goal of the present work was to extract potentially active biomolecules from *Portulaca oleracea* extracts. For that purpose, phytochemical screening tests were conducted in the ethereal, alcoholic and aqueous extracts of purslane. The results showed the presence of several constituent metabolites such as alkaloids, fatty, catechins, saponins, tannins, flavonoids, anthocyanins, mucilages, triterpenes, steroids, lactones and coumarins.

Furthermore, we investigated potential antioxidant and antibacterial properties from extracts in methanol of leaves and the total plant. To determine the antioxidant activity, 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was used. We found that both purslane leaves (75.76%) as well as the total plant (78.36%) showed a strong antioxidant activity from a natural origin, when compared with ascorbic acid (98.16%) (L-Ascorbic Acid AR-Lobachemie), which is from a synthetic origin. However, the antioxidant activity of the leaves extract was significantly lower ($P < 0.01$) than that of the total plant and ascorbic acid.

Moreover, we determined the concentration of extracts that was required for the inhibition of 50% of the (DPPH) radical. The leaves extract exhibited an $EC_{50} = 121.41 \mu\text{g/ml}$ and the total plant extract an $EC_{50} = 87.87 \mu\text{g/ml}$. The test of Probit to determine the EC_{50} of extracts with Pearson's coefficient was also highly significant ($P < 0.01$).

When analyzed the amount of total lipids, we found a 2.29% lipid content and the percentage of humidity in the plant was 92%. The relationship between fatty acids omega 6 and omega 3 was 1/9, therefore a potential role as a cardio protector in terms of antithrombotic, antiarrhythmic, antihypertensive and anti-inflammatory, could be attributed to this plant.

Finally, extracts in methanol from leaves (2000 µg/ml), showed an antibacterial activity in *E. coli* ($P < 0.01$), while at the same concentration, the extracts in methanol from the total plant showed antibacterial activity in *S. aureus* ($P < 0.05$).

In conclusion, *Portulaca oleracea* shows a strong antioxidant activity from natural source, to be rich in fatty acids omega3, as well as having an antibacterial potential that can be useful for medicine and the pharmaceutical and nutritional industries. Thus, accordingly with the plant properties that we found, it will be important to establish a conservation and utility strategy.

Key words: *Portulaca oleracea*, fatty acids, antioxidant activity and antibacterial activity.

3. INTRODUCCIÓN

Portulaca oleracea, pertenece a la familia Portulacaceae es una hierba terrestre y de origen nativa. Según White (1985) la verdolaga es nativa de la India, de Persia, como también puede ser cosmopolita de lugares tropicales y subtropicales del mundo. Prefiere climas cálidos, la planta es carnosa de color verde con tallos ramificados y hojas suculentas tiene una altura de 15-30 cm, las flores son pequeñas, amarillas y fruto deshiciente. (Asia *et al.*, 2004).

A la verdolaga se la considera una maleza pero también se la utiliza como alimento o con fines medicinales (Ezekwe *et al.*, 1999; Hoogesteger, 1994).

Plantas medicinales son la principal fuente de nuevos productos farmacéuticos y productos sanitarios, más aún si los productos tienen un uso potencial para preservación de alimentos y capacidad antioxidante (Lim y Quah, 2007).

Extractos de hierbas, plantas y especias se utilizan para preservar los alimentos porque tienen un sabor característico y a veces muestran actividad antibacteriana (Smid y Gorris, 1999).

Las hojas de plantas silvestres comestibles utilizadas para la cocina dan bajos rendimientos de aceite, pero pueden ser fuentes ricas de ácidos grasos esenciales, como el ácido linoleico o el ácido eicosapentaenoico EPA (Guil y Rodríguez, 1999).

Los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados, contienen un grupo funcional carboxilo enlazado a una cadena alifática lineal, raramente se encuentran en forma libre en las células y tejidos por lo que se encuentran generalmente formando grasas (Boyer, 2000).

Los ácidos grasos omega 3, 6 y 9 son considerados como esenciales, ya que los seres humanos no pueden sintetizar o producir estos compuestos y deben obtenerlos a través de la ingesta de alimentos en su dieta (Pawlosky, Ward y Salem, 1996).

Los ácidos grasos esenciales de la familia de los omegas son necesarios para la formación saludable de las membranas celulares y para el correcto desarrollo y funcionamiento del cerebro, el sistema nervioso, la integridad visual fetal (Simopoulos, 2002). Los ácidos grasos omega 3 proveen un efecto cardio protector en términos de antitrombótico, antiarrítmico, antihipertensivo y antiinflamatorios. Mientras que los ácidos grasos omega 6 tienen una acción antiagregante plaquetaria y precursor de las prostaglandinas (Simopoulos, 1991).

En estudios recientes varios investigadores se están enfocando en encontrar aplicaciones médicas a plantas medicinales con antioxidantes naturales, propiedades antimicrobianas y antimutagénicas (Nakamura et al., 2003 y Yamaguchi *et al.*, 1998).

Portulaca oleracea es rica en ácidos grasos del tipo omega 3 y también contiene altos niveles de vitaminas E, C, y beta caroteno, aminoácidos, α -tocoferoles, ácido ascórbico, glutatión, resinas fenólicas, ácidos orgánicos y alcaloides (Ezekwe *et al.*, 1999 y Oliveira *et al.*, 2009).

Los radicales libres son tóxicos producidos por el metabolismo normal de la célula o por fuentes externas como la contaminación, radiación o el uso de medicamentos. Cuando los radicales libres en el organismo aumentan se genera un fenómeno llamado estrés oxidativo y está muy relacionado con el desarrollo de enfermedades crónicas y degenerativas como

cáncer, enfermedades autoinmunes, envejecimiento, cataratas, artritis reumatoide, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (Pham-Huy, He y Pham-Huy, 2008).

El consumo de vegetales ricos en antioxidantes naturales contribuye a la prevención de procesos degenerativos causados por estrés oxidativo (Uddin *et al.*, 2012).

Estudios recientes (Chen *et al.*, 2013) indican que el consumo de *Portulaca oleracea* puede ayudar a reducir la incidencia de cáncer y enfermedades del corazón.

Hanan *et al.* (2014) encontraron en sus experimentos en animales que *Portulaca oleracea* tiene un efecto hepato protector en el hígado de ratas y un efecto anticanceroso en líneas celulares humanas. Tian *et al.* (2013) reportaron dos nuevos alcaloides en las hojas de verdolaga y evaluaron sus actividades citotóxicas in vitro en líneas celulares cancerígenas de pulmón humano y células de mama.

Rasheda *et al.* (2003) y Santamaría (2011) encontraron que el extracto crudo y fresco de *Portulaca oleracea* estimula significativamente la cicatrización de heridas en ratones.

Páez *et al.* (2012) en sus experimentos encontraron que la verdolaga disminuyó las concentraciones elevadas de colesterol sérico en conejos.

Investigadores manifiestan que dentro de la familia Portulacaceae en el Ecuador se han registrado tres géneros y 13 especies. Dos especies de esta familia son endémicas y están en Galápagos las cuales son: *Calandrinia galapagosa* y *Portulaca howellii*. El género

Calandrinia se ha registrado en el continente entre 2500 y 4500 m.s.n.m. (León-Yanez *et al.*, 2011).

En el Ecuador esta planta tiene varios nombres tales como Verdolaga, Reuma tape, Lutu yuyu negro, Yana llutu yuyu, Charapamicuna yuyu según las etnias Kichwa y Chachi. Sus usos van desde el alimenticio, condimento, forraje, social y medicinal (de la Torre *et al.*, 2008 y Ríos *et al.* 2007).

4. JUSTIFICACIÓN

El uso de las plantas en el Ecuador está ligada a las tradiciones culturales y familiares; al tener el país 15 nacionalidades indígenas distribuidas en Costa, Sierra y Amazonía y cada una con saberes ancestrales sugiere hacer un análisis a nivel fitoquímico y bromatológico de las plantas que ellos utilizan para sus diferentes fines (Ríos *et al.*, 2007).

La aceptación de la medicina tradicional como alternativa en el cuidado de la salud y el desarrollo de la resistencia microbiana a los antibióticos disponibles actualmente en el mercado ha llevado a los investigadores a realizar estudios en la actividad antibacteriana de plantas medicinales (Ozturk & Ercisli, 2007).

La ingesta de la mayoría de ácidos grasos en el consumo humano proviene de peces, el problema radica en que algunos tipos de pescados pueden contener niveles significativos de metilmercurio, bifenilos policlorados (PBCs) o dioxinas debido a la contaminación del medio ambiente, ríos y océanos. Los niveles de estas sustancias son generalmente más altas en los peces mayores, grandes depredadores y mamíferos marinos debido a procesos de bioacumulación (Kris-Etherton, Penny, Harris y Appel, 2003).

Es por esto que hace sentido el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad vegetal de algunas plantas que posean características beneficiosas la salud, alimentación, nutrición y medicina.

En el Ecuador existen muchas plantas que aún no han sido estudiadas y se ignora las propiedades y aplicaciones que puedan tener.

El objeto de esta investigación fue estudiar los efectos antioxidantes, actividad antimicrobiana y la presencia de ácidos grasos del tipo omega 3 y 6, que se encuentran en *Portulaca oleracea* del Ecuador, aparte, es un estudio previo para seguir investigando al resto de los miembros de la familia Portulacaceae ya que dos especies endémicas están en Galápagos: *Calandrinia galapagosa* y *Portulaca howellii* las mismas que se encuentran dentro de la clasificación del Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador en estado crítico (CR). Estos estudios van con la tendencia actual de conservar nuestro patrimonio biogenético y de buscar nuevos alimentos que posean características nutricionales naturales complementarias para el mundo.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Extraer biomoléculas potencialmente activas de extractos de *Portulaca oleracea*, planta con interés de conservación y uso medicinal.

5.2 Objetivos Específicos

- Aplicar técnicas de extracción sólido-líquido que sirvan para obtener extractos de compuestos metanólicos de *Portulaca oleracea*.
- Caracterizar los extractos obtenidos mediante técnicas cromatográficas para determinar la presencia de ácidos grasos saturados e insaturados.
- Determinar la actividad antioxidante de los extractos mediante la prueba de actividad con el radical libre DPPH.
- Determinar la actividad antibacteriana de los extractos mediante la medición del halo de inhibición en dos cultivos bacterianos ATCC

(Gram-negativo: *Escherichia coli* y Gram-positivo: *Staphylococcus aureus*)

- Establecer una estrategia de conservación de esta planta de interés en un mapa elaborado en GIS con los registros de las bases de datos.

6. METODOLOGÍA

6.1 MUESTREO

El material vegetal, se adquirió en los mercados locales de Quito y en salidas de campo. La planta se identificó botánicamente utilizando las referencias descriptivas y autenticadas en comparación con los ejemplares del Herbario QCA de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

6.2 CUANTIFICACIÓN DE HUMEDAD

Para determinar el porcentaje de humedad de la planta, se colocaron las muestras previamente pesadas en una estufa a 65 °C durante 24 horas, tiempo después del cual se volvió a pesarlas.

La cantidad de humedad de la planta se calcula por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{Sólidos Totales} = \text{MDRIED} / \text{MINITIAL} * 100$$

$$\% \text{humedad} = 100 - \% \text{Sólidos Totales}$$

Donde MDRIED es el peso de la muestra después del secado y MINITIAL es el peso inicial de la muestra (McClements, 2003b).

6.3 MARCHA FITOQUÍMICA

Estas pruebas preliminares permitieron detectar cualitativamente la presencia de determinados grupos de compuestos que se buscan en la planta de estudio, una reacción se la toma positiva o negativa mediante la formación de precipitados, coloraciones, olores, etc. (Tabla 20)

La planta seca y troceada (30 g) fue sometida a tres extracciones sucesivas con solventes de polaridad creciente. Según el esquema (Figura 1) primero en éter (150 ml) macerando por 48 horas, luego se filtró y el residuo sólido se dejó secar y luego se lo maceró con etanol (150 ml) por 48 horas, el procedimiento se repite filtrando nuevamente el extracto Etanólico y el residuo sólido se dejó secar para nuevamente macerar con agua destilada (150 ml) por 48 horas más. A cada uno de los extractos se les aplicó las pruebas o reacciones para determinar la composición cualitativa de los compuestos químicos que posee la planta (Miranda & Cuellar, 2001).

6.4 CUANTIFICACIÓN DE LÍPIDOS

El contenido total de lípidos se determinó utilizando un equipo micro Soxhlet. Primero, se pesó 0,5g de muestra seca y homogenizada, se la colocó dentro de un cartucho para ser luego puesto dentro del equipo y se procedió a la extracción. Se utilizó N-hexano (Reactivo J.T.Baker C₆H₁₄) como solvente.

Al finalizar la extracción, los lípidos y el solvente se encontraron en un mismo recipiente; se procedió a evaporar al solvente en una estufa y los restos de lípidos fueron pesados.

El porcentaje de lípidos en la muestra se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\% \text{Lípidos} = \text{MLIPID} / \text{MSAMPLE} * 100$$

Donde, MLIPID es la masa de los lípidos y MSAMPLE es la masa de la muestra antes de la extracción (McClements, 2003a).

6.5 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Con la extracción en Soxhlet de la muestra y concentrada en rotavapor se procedió a tomar 1 ml del extracto y colocar en un vial, se añadió 2,5 ml de una solución de KOH 0,5 M en metanol, para formar las sales de los ácidos grasos por el proceso de saponificación. Se tapó el vial y se coloca en un baño María a temperatura de ebullición. Se saca el vial y se deja enfriar para adicionar 1 ml de HCL en metanol (1:4 v/v) para regenerar los ácidos grasos y la formación de KCl, el vial con tapa se calentara nuevamente a baño María por 25 minutos a 50 °C. Se deja enfriar el vial y se añade 5ml de agua destilada para formar las 2 fases. Se procedió a la extracción de la fase orgánica por tres ocasiones con 5ml de N-Hexano. El extracto se almacenó en un tubo en refrigeración hasta realizar la lectura en el cromatógrafo de gases Agilent Technologies, modelo 7890A por el método AOAC 996.06 y estándar F.A.M.E Mix C4-C24, el cual logra separar exitosamente 69 componentes de una mezcla de metil ésteres de ácidos grasos, lo que nos ayudará a encontrar ácidos grasos insaturados del tipo de los omegas 3, 6 y 9, que son de interés para esta investigación (López *et al.*, 2012).

6.6 ANTIOXIDANTES

La prueba se basa en la reducción del radical 2,2-difenil, 1-picrilhidrazil (Sigma-Aldrich) por acción de alguna sustancia antioxidante, en este análisis se utilizó el radical libre del difenylpicrylhydrazyl (DPPH) Sigma-Aldrich. Se realizaron diluciones de los extractos y controles de 0 a 1500 µg con intervalos de concentración de 100 µg para luego mezclar 1ml de cada extracto a distinta concentración con 2 ml de solución DPPH 0,01 mM. Un control se preparó agregando 2 ml de DPPH 0,01 mM a 1 ml de metanol. Se prepararon tubos por cuadruplicado para cada extracto para ser luego colocados en el espectrofotómetro.

Después de un período de incubación de 30 minutos a temperatura ambiente, la absorbancia medida a 517 nm en el Espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 60, muestra los valores medidos del extracto. La inhibición del radical libre DPPH fue calculada en porcentaje (I %) con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ radical scavenging activity} = (1 - A_{\text{sample}}/A_{\text{control}}) * 100$$

Donde:

A_{sample} es el valor medido del extracto y,

A_{control} es el valor medido del DPPH en el espectrofotómetro

Los resultados se expresaron como % actividad secuestradora de radical

Como control negativo se usó metanol (CH₃OH-Panreac) y como control positivo ácido ascórbico (L-Ascorbic Acid AR-Lobachemie).

6.7 PRUEBAS ANTIMICROBIANAS

Se utilizaron cepas American Type Culture Collection de bacterias *E. coli* ATCC 25922 y *S. aureus* ATCC 25923, y el método Kirby-Bauer. A la bacteria congelada se le hace crecer en caldo nutritivo y se deja incubar a 37 °C por 24 horas. Se preparó un inóculo de bacterias ajustado a una turbidez de 0,5 estándar MacFarland con ayuda de Espectrofotómetro Eppendorf BioPhotometer medido a una longitud de onda de 600 nm, el valor debe estar dentro del rango (0,643-0,667nm) para obtener $1,5 \times 10^8$ bacterias por ml. El inóculo bacteriano fue distribuido sobre placas de agar nutriente Muller Hilton (Difco™) para obtener colonias aisladas.

Se sembró en forma continua posteriormente en placas para antibiograma que contenían agar Muller Hilton (pH 7,2-7,4), cada placa contenía 70 ml de agar y una altura de 4mm de espesor, se colocan los discos y los extractos en diluciones seriadas (2000, 1000, 500, 250, 125, 62,5, 31,25 µg/ml) en cada uno de ellos y se incuban a 37 °C durante 24 horas para observar el crecimiento de las bacterias y la actividad antimicrobiana se evaluó midiendo el diámetro de la zona de inhibición observada.

Como control negativo se utilizará metanol.

6.8 MAPA EN GIS

Los datos de ocurrencia y las fuentes fueron muestreos propios, herbarios y bases de datos que se encuentran en la Web. Se utilizaran los programas DIVA-GIS 7.1.7, MaxEnt (3.3.2) y ArcGis 10.0 para realizar un modelamiento y obtener un mapa del Ecuador donde estén todos los puntos en las zonas donde sería de interés establecer una estrategia de conservación

o cultivo de la planta en estudio, esto sería utilizando las capas de mapas de áreas protegidas, vegetación remanente entre otras.

6.9 ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó el programa IBM SPSS STATISTICS versión 22 (2013) para el análisis de la efectividad antioxidante de los extractos. Los resultados fueron analizados con un test de Tukey en una tabla de ANOVA 3x18 con 4 repeticiones y se calculó el EC50 mediante un Probit. Mientras que para determinar la actividad antimicrobiana los resultados se analizaron con un test de Dunnett en una modelo de ANOVA de 2x7+1.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 CUANTIFICACIÓN DE HUMEDAD EN *Portulaca oleracea*

Luego del proceso de lavado y secado de las muestras en la secadora del herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, se encontró que la humedad promedio de la planta es del 92,00% (Tabla 1) lo que concuerda con otros autores (Oliveira *et al.*, 2009; Asia *et al.*, 2004) que encontraron valores similares, los resultados encontrados corresponden a que *Portulaca oleracea* es una planta herbácea, suculenta y su contenido de agua es alto.

7.2 MARCHA FITOQUÍMICA

Se realizaron las diferentes pruebas del tamizaje fitoquímico en los extractos etéreos, alcohólicos y acuosos de *Portulaca oleracea*. Estas pruebas son del tipo químico-cualitativo, y se expresaron como diferentes reacciones de coloración y precipitación. Mostrando la presencia de varios metabolitos constituyentes como son alcaloides, compuestos grasos, catequinas, saponinas, taninos, flavonoides, antocianinas, mucílagos, triterpenos, esteroides, lactonas y coumarinas, (Tabla 2) compuestos que fueron encontrados también por (Oliveira *et al.*, 2009; Asia *et al.*, 2004 y Santamaría, 2011).

Según lo que reporta Okafor y Ezejindu (2014) la presencia de taninos y terpenoides en la planta muestra potencial como un antiviral, antibacteriano y antiparasitario.

7.3 CUANTIFICACIÓN DE LÍPIDOS

Luego de la extracción en el equipo micro Soxhlet, la cuantificación de lípidos promedio de la planta *Portulaca oleracea* oscila en un rango de 2-3% (Tabla 3.) como también ha sido reportado por (Guil y Rodríguez, 1999).

Mientras que Ercisli *et al.* (2008) reportan un contenido de lípidos de 5.83% en una variedad de *Portulaca oleracea* en Turquía.

7.4 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Al analizar los picos de detección arrojado por el software del cromatógrafo de gases los ácidos grasos presentes en *Portulaca oleracea* son: Palmitoleico, Linoleaidico, Araquidico, Linolenico, Araquidonico, ácido eicosapentaenoico o EPA. (Tabla 4); mientras que (Guil y Rodríguez, 1999) reporta que no encontró ácido docosahexaenoico o DHA en verdolaga un ácido graso omega 3 típicamente presente en micro algas y peces.

Según nuestros resultados la relación entre los ácidos grasos omega 6/omega 3 es de 1 a 9. (Tabla 5) y estarían de acuerdo con lo reportado por (López *et al.*, 2012) donde la relación de ácidos poliinsaturados/ácidos saturados no debe superar 1,5 y los omegas del tipo 3 deberían corresponder del 1-2% de la energía total ingerida (FAO, 2008).

En la (Tabla 6.) se muestra la transformación a masa de los porcentajes de ácidos grasos detectados en el cromatógrafo de gases de la planta *Portulaca oleracea* donde existe por cada 100 gramos de planta 7,71 g de ácido graso omega 3 y 0,86 g de ácido graso omega 6.

La verdolaga es una fuente importante de ácidos grasos del tipo Omega 3 y otros nutrientes esenciales por lo tanto su consumo sería potencialmente beneficiosa para los seres humanos así como para animales (Ezekwe *et al.*, 1999).

7.5 ANTIOXIDANTES

En la (Tabla 7) se muestran los resultados del Anova de la actividad antioxidante de los extractos de Verdolaga, donde el valor $P < 0,01$ entre tratamientos, concentraciones e interacciones son altamente significativas.

El test de Tukey muestra que existen diferencias altamente significativas entre los 3 tratamientos (Tabla 8) teniendo una efectividad antioxidante de 75,76% para el extracto de hojas, 78,36 % para el extracto de planta y el 97,69% para el control ácido ascórbico. Se muestra la interacción de los tratamientos y el control en (Figura 3). Oliveira *et al.* (2009) señalan valores entre 70% y 80% de efectividad antioxidante y lo atribuyen a la presencia de carotenos como antioxidantes naturales en los tejidos vegetales de verdolaga (Guil y Rodríguez, 1999) y otros autores como Ercisli *et al.* (2008) reportan 91,15% de efectividad antioxidante.

La prueba de Probit para determinar la Ec 50 de los extractos con el ajuste de bondad de Pearson son también altamente significativos ($P < 0,01$) tanto para los extractos de hojas (Tabla 11) y (Tabla 12) como para los extractos de planta (Tabla 14) y (Tabla 15). La (Tabla 13) muestra que la dosis mínima en la que se puede tener una buena efectividad antioxidante en los extractos de hojas de verdolaga es de 121,41 $\mu\text{g/ml}$; mientras que la (Tabla 16) muestra la dosis mínima de 87,86 $\mu\text{g/ml}$ para el extracto de planta. Oliveira *et al.* (2009) obtuvieron

el IC_{25} de 84 $\mu\text{g/mL}$ para hojas y 205 $\mu\text{g/ml}$ para tallos en su investigación. Mientras que Ercisli *et al.* (2008) obtuvieron un $IC_{50} = 54,33 \mu\text{g/ml}$. Por lo que *Portulaca oleracea* puede ser considerada como una buena fuente de antioxidantes naturales poderosa.

7.6 PRUEBAS ANTIMICROBIANAS

El Anova (Tabla 17) indica que los tratamientos y concentraciones son altamente significativos ($P < 0,01$) y existe interacción entre ellos, el test de Dunnett muestra que existen diferencias entre el control y cada concentración de los extractos. El extracto de hojas de verdolaga inhibe en mejor proporción a *E. coli* a concentraciones altas. (Figura 4)

El Anova (Tabla 18) indica que los tratamientos y concentraciones son significativos ($P < 0,05$) pero no existe interacción entre los mismos, el test de Dunnett muestra que existen diferencias entre el control y cada concentración de los extractos. El extracto de planta de verdolaga inhibe en mejor proporción a *S. aureus* a mayor concentración. (Figura 5).

Chan *et al.* (2000) menciona que los extractos de verdolaga también se usan como un bactericida en disentería bacilar en medio Oriente. Y Ercisli *et al.* (2008) reporta que los extractos de hojas de verdolaga en metanol mostraron actividades antibacterianas contra *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas syringae*, *Vibrio cholerae* y *Yersinia pseudotuberculosis*, por lo que los extractos de *Portulaca oleracea* tendrían un amplio espectro de acción para ser utilizado como bactericida natural.

7.7 MODELAMIENTO EN GIS

El Test Data AUC generado por el programa Maxent se ajusta a 0,84 con 5 repeticiones por lo que el modelo final mostrado en la (Figura 6.) hecho en ArcGis 10.0 se determina como

la distribución potencial de *Portulaca oleracea* en el Ecuador, los umbrales óptimos fueron seleccionados en base al de conjuntos de prevalencia para construir este modelo como también sugieren Liu *et al.* (2005) y se escogió el de Equal training sensitivity and specificity, y a partir de este mapa se puede establecer acciones de conservación dentro de las ya formadas áreas protegidas, así como también fuera de ellas, mostrándose que el interés de conservación esta destinadas a la costa ecuatoriana, y estribaciones de la cordillera oriental y occidental (Figura 7).

8. CONCLUSIONES

Se detectaron ácidos grasos del tipo omega 3 y 6 de los extractos de *Portulaca oleracea* que son biomoléculas potencialmente activas que le dan un interés en su conservación y futuro uso medicinal y nutricional.

Mediante el perfil de ácidos grasos se encontró que la relación de omega 6 y omega 3 es 1/9 y confirmaría su efecto para disminuir el colesterol.

La actividad antioxidante de los extractos mediante la prueba de actividad con el radical libre DPPH dio un valor de 75,76% de efectividad para el extracto de hojas y 78,36 % para el extracto de planta por lo que se puede considerar como un antioxidante fuerte natural si es comparado con el ácido ascórbico que es de origen sintético.

La actividad antibacteriana de los extractos mediante la medición del halo de inhibición en dos cultivos bacterianos ATCC mostraron que el extracto de hojas inhibe mejor el crecimiento de *Escherichia coli* mientras que el extracto de plantas inhibe el crecimiento de *Staphylococcus aureus* en altas concentraciones.

En el modelamiento se puede establecer una mejor manera de estrategia de conservación de esta planta (*Portulaca oleracea*) ya que al poseer biomoléculas potencialmente activas y propiedades antioxidantes y antimicrobianas de origen natural tendría futuros usos medicinales, nutricionales, cosméticos, que la hacen que su conservación sea de interés para todos los seres humanos y animales que podrían aprovechar este recurso.

Todas estas propiedades que tiene en su contenido verdolaga como son grasos ácidos omega 3 y omega 6, nuevas fuentes de antioxidantes y agentes antibacterianos demuestran que sería un excelente alimento para incluir en la dieta y en propósitos medicinales.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir con los estudios en esta planta para determinar sus usos en alimentación y medicina.

Ampliar el análisis en los demás miembros de la familia Portulacaceae que son endémicas del país para comprobar si sus propiedades tienen compuestos similares o nuevos genes para el uso y preservación de ese recurso como alimento y futuros usos medicinales.

Difundir el estudio de las propiedades de esta planta para que la gente tome conciencia de sus beneficios y así darle un valor en su uso y conservación.

10. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. (2007). Association of Oficial Analytical Chemists International. Horwitz, W. (ed). Vol I and II. AOAC international publs, Moryland USA. Ch. 45.
- Asia, R., Fatma, A., Mayadeh, S and Mutasem, T. 2004. Investigation of the active constituents of *Portulaca oleraceae* growing in Jordan. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 17: 37-45.
- Boyer, Rodney. 2000. Conceptos de bioquímica. International Thomson Editores, S. A. de C. V. ISBN 970-686-009-6. México.
- Chana, K., Islam, M., Kamil, M., Radhakrishnan, R., Zakariaa, M., Habibullah, M., Attas, A. 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *sativa* (Haw.) Celak. *Journal of Ethnopharmacology* 73: 445 – 451.
- Chen, J., Shi, Y., Liu, J. 2003. Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extracts from *Portulaca oleracea* L. by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 1003: 127–132.
- de la Torre, L., H. Navarrete, P. Muriel M., M.J. Macía y H. Balslev (eds.).2008. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCQ de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Quito & Aarhus.
- Elith, J., Phillips, S., Hastie, T., Dudi, M., Chee, Y., y Yates, C. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists.
- Ercisli, S., Coruh, L., Gormez, A y Sengul, M. 2008. Antioxidant and Antibacterial activities of *Portulaca oleracea* L grown wild in Turkey. *Italian Journal Of Food Science* 20: 533-542

- Ezekwe, Michael O., Omara-Alwala, Thomas and Membrahtu, Tadesse. 1999. Nutritive characterization of purslane accessions as influenced by planting date. *Plants Foods for Human Nutrition*, 183-191.
- FAO. 2008. Food and nutrition paper. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation, 10-14 November 14-17. Geneva
- Guil, J., 7 Rodríguez, I. 1999. Lipids classes, fatty acids and carotenes of the leaves of six edible wild plants. *Eur Food Res Technol* 209: 313–316.
- Hanan, A., Sobhy, M., Kawkab, A., Azza, K., Zeinab, A., Wedad, H. 2014. Chemical and remedial effects of purslane (*Portulaca oleracea*) plant. *Life Science Journal* 11 (6): 31-42.
- Hoogesteger, Cornelio. 1994. Uso de plantas medicinales. Árbol Editorial, S.A. de C.V. ISBN 968-461-088-2. México.
- Kris-Etherton, Penny. M., Harris, W. S., & Appel, L. J. (2003). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease new recommendations from the American Heart Association. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 23 (2): 151-152.
- Lan Xiang, Dongming Xing, Wei Wang, Rufeng Wang, Yi Ding, Lijun Du a, Alkaloids from *Portulaca oleracea* L. 2005 Elsevier Ltd. *Phytochemistry* 66: 2595–2601
- León-Yanez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa et H. Navarrete (eds.).2011. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Lim, Y.Y., Quah, E.P.L. 2007. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*, *Food Chemistry* 103: 734–740
- Liu, C., Berry, P., Dawson, T. and Pearson, R. 2005 Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions

- Lixia Liu, Peter Howe, Ye-Fang Zhou, Zhi-Qiang Xu, Charles Hocart, Ren Zhang. 2000. Fatty acids and b-carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. Elsevier Science B.V. *Journal of Chromatography A* 893: 207–213.
- López, P., Pozo, P., Guzmán, A., 2012, Perfil de ácidos grasos y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo, *Revista PUCE* 94: 125-147
- McClements, J. 2003a. Analysis of Lipids. Retrieved September 14, 2014, from <http://people.umass.edu/~mcclemen/581Lipids.html>
- McClements, J. 2003b. Determination of Moisture and Total Solids. Retrieved September 12, 2014, from <http://people.umass.edu/~mcclemen/581Moisture.html>
- Menendez & Graham 2013. Evaluating multiple causes of amphibian declines of Ecuador using geographical quantitative analyses
- Miranda, M., Cuellar, A. 2001. *Farmacognosia y Productos naturales*. Editorial MES. Cuba.
- Nakamura, Y., Watanabe, S., Miyake, N., Kohno, H. and Osawa, T. 2003. Dihydrochalcones: evaluation as novel radical scavenging antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 3,309
- Okafor, I., Ezejindu, D. 2014. Phytochemical Studies on *Portulaca oleracea* (Purslane) Plant. *Global Journal of Biology Agriculture and Health Sciences* 3 (1): 132-136
- Oliveira, I., Valentão, P., Lopes, R., Andrade, P., Bento, A., Pereira, J. 2009. Phytochemical characterization and radical scavenging activity of *Portulaca oleraceae* L. leaves and stems. *Microchemical Journal* 92: 129–134
- Organización Mundial de la Salud. 2003. Directrices de la OMS sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección (BPAR) de plantas medicinales. Ginebra
- Ozturk, Suzan. and Ercisli S. 2007. Antibacterial activity and chemical constitutions of *Ziziphora clinopodioides*. *Food Control* 18: 535-540.

- Páez, A., Páez, P., González, M., Urdaneta, J., Ringelberg, D y Tschaplinski, D. 2013. Efecto de la luz en la concentración de ácidos grasos de la verdolaga (*Portulaca oleracea*L.): planta prometedora para disminuir el colesterol sérico. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia* 30: 441-453.
- Pawlosky, R.J., Ward, G. and Salem, N. 1996. Essential fatty acid uptake and metabolism in the developing rodent brain. *Lipids* 31 (suppl.): s103.
- Pham-Huy, L., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS* 4 (2): 89.
- Rasheda, A., Afifia, F., Disi, A. 2003. Simple evaluation of the wound healing activity of a crude extract of *Portulaca oleracea*L. (growing in Jordan) in *Mus musculus* JVI-1. *Journal of Ethnopharmacology* 88: 131–136.
- Ríos, M.,M.J. Koziol, H. Borgtoft Pedersen & G. Granda (Eds). 2007. Plantas útiles del Ecuador: aplicaciones, retos y perspectivas / Useful Plants of Ecuador: Applications, Challenges, and Perspectives. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador: 652.
- Santamaría, L.J. 2011. Evaluación de la Actividad Antiinflamatoria de extractos de verdolaga (*Portulaca oleracea*) en ratas (*Rattus norvegicus*) con edema inducido por carragenina, en el bioterio ESPOCH. Tesis de Bioquímico Farmacéutico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Simopoulos, A. P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition* 54: 438-464.
- Simopoulos, A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & pharmacotherapy* 56 (8): 365-379.
- Simopoulos, A.P. & Salem Jr.N. 1986. Purslane A terrestrial source of omega-3-fatty-acids. *The New England Journal of Medicine* 315: 833.

- Smid, E.J. and Gorris, L.G.M. 1999. Natural antimicrobials for food preservation. "Handbook of Food Preservation" In: M. shaurr rahman (Ed.), Marcel Dekker. New York.
- Tian, J., Liang, X., Gao, P., Li, D., Sun, Q., Li, L. and Song, S. 2014. Two new alkaloids from *Portulaca oleracea* and their cytotoxic activities. *Journal of Asian Natural Products Research* 16 (3): 259–264.
- Uddin, K., Juraimi, A., Ali, E., Razi, M. 2012. Evaluation of Antioxidant Properties and Mineral Composition of Purslane (*Portulaca oleracea*L.) at Different Growth Stages. *International Journal of Molecular Sciences* 13: 10257-10267
- Uddin, M. K., Juraimi, A. S., Hossain, M. S., Nahar, M. A. U., Ali, M. E., & Rahman, M. 2014. Purslane Weed (*Portulaca oleracea*): A Prospective Plant Source of Nutrition, Omega-3 Fatty Acid, and Antioxidant Attributes. *The Scientific World Journal* 95: 10-19.
- White, Alan.1985. Hierbas del Ecuador plantas medicinales. Ediciones Libri Mundi. Quito
- Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T and Terao, J. 1998. HPLC Method for Evaluation of the Free Radical-scavenging Activity of Foods by Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Biosci. Biotechnol. Biochem* 62 (6): 1201-1204.
- Zurita, J. 2012. Resistencia Bacteriana en el Ecuador. Centro de Publicaciones. Quito

11. FIGURAS

Figura 1.

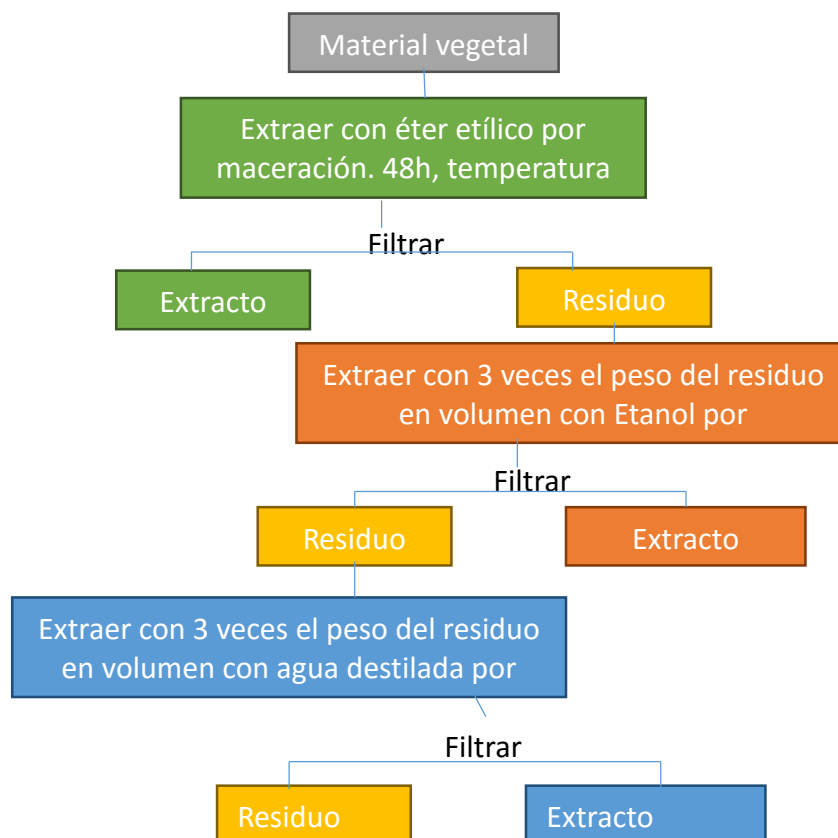


Figura 1. Esquema de extracción sucesiva de *Portulaca oleracea* para la aplicación de técnicas de tamizaje fitoquímico basado en (Miranda & Cuellar, 2001)

Figura 2.

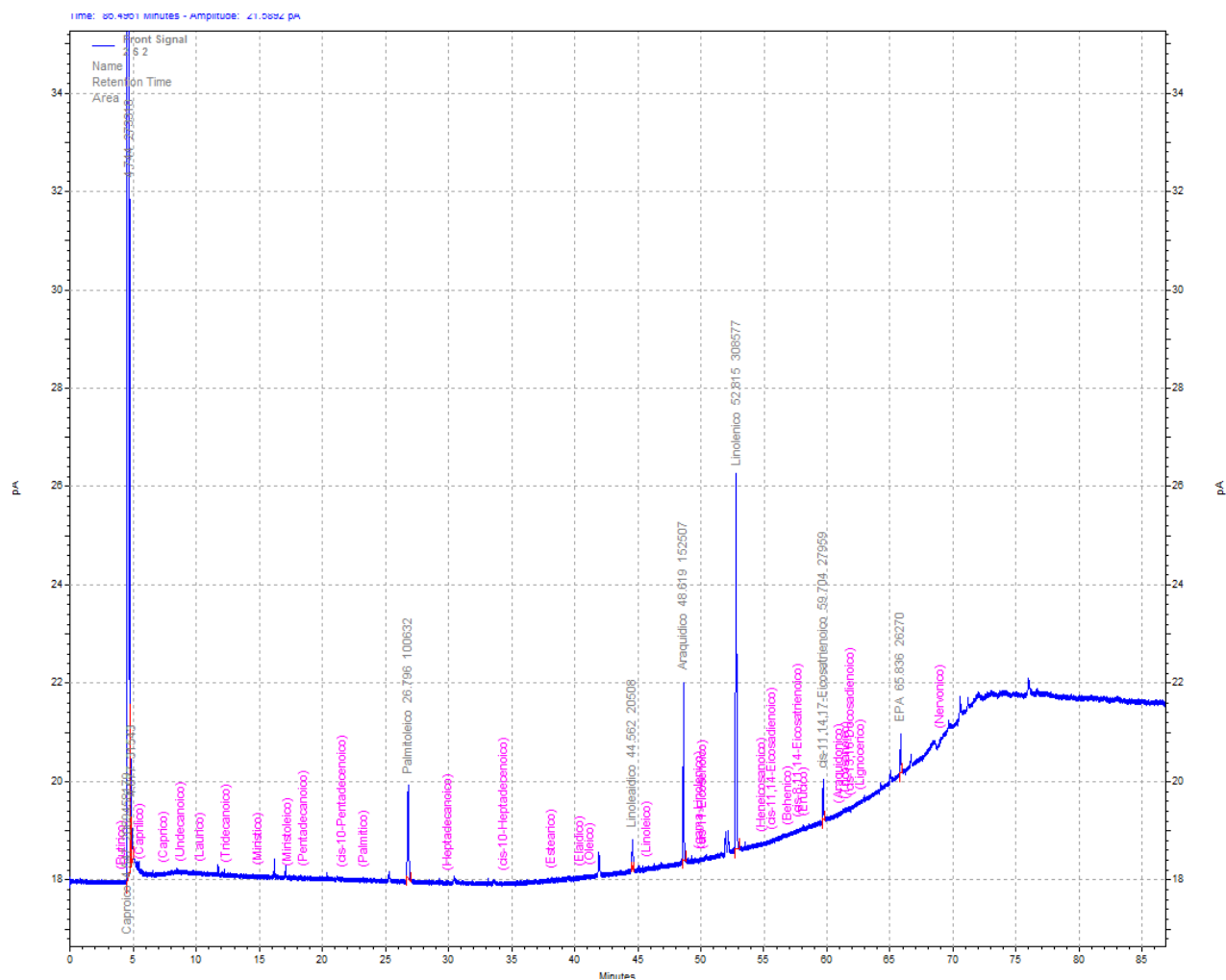


Figura 2. Picos de detección en el cromatógrafo de gases Agilent Technologies, modelo 7890A por el método AOAC 996.06 y estándar F.A.M.E Mix C4-C24 donde se muestra el perfil de ácidos grasos de *Portulaca oleracea*.

Figura 3.

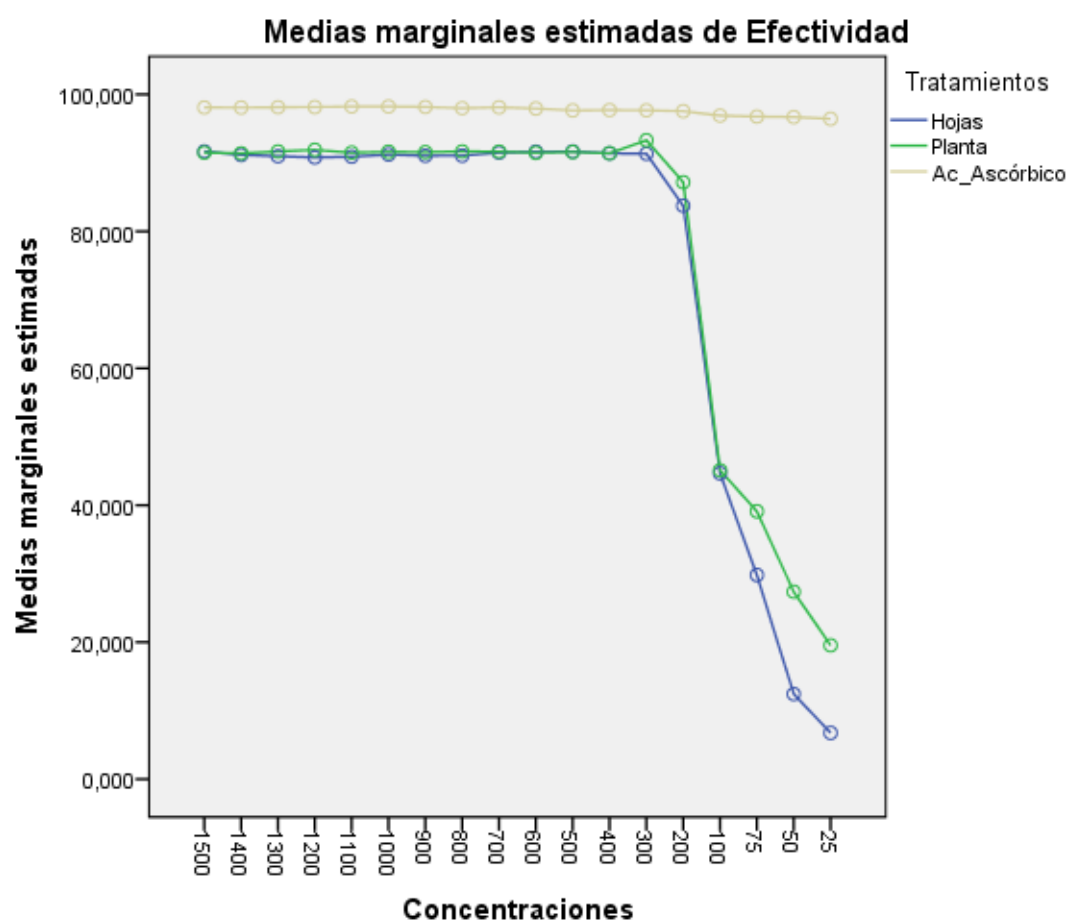


Figura 3. Curva de la efectividad antioxidante de los extractos de hoja y planta de *Portulaca oleracea* vs ácido ascórbico como control generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Figura 4.

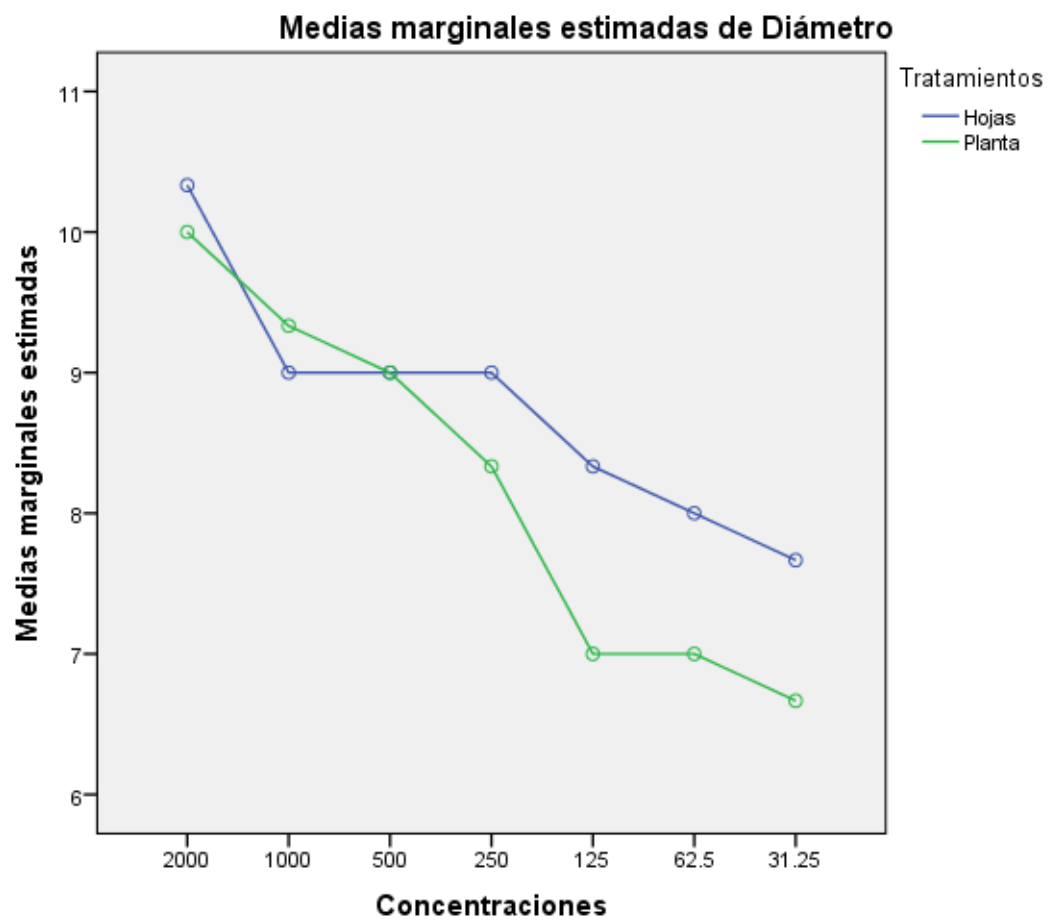


Figura 4. Curva de la actividad antimicrobiana de los extractos de hoja y planta de *Portulaca oleracea* en *E.coli* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Figura 5.

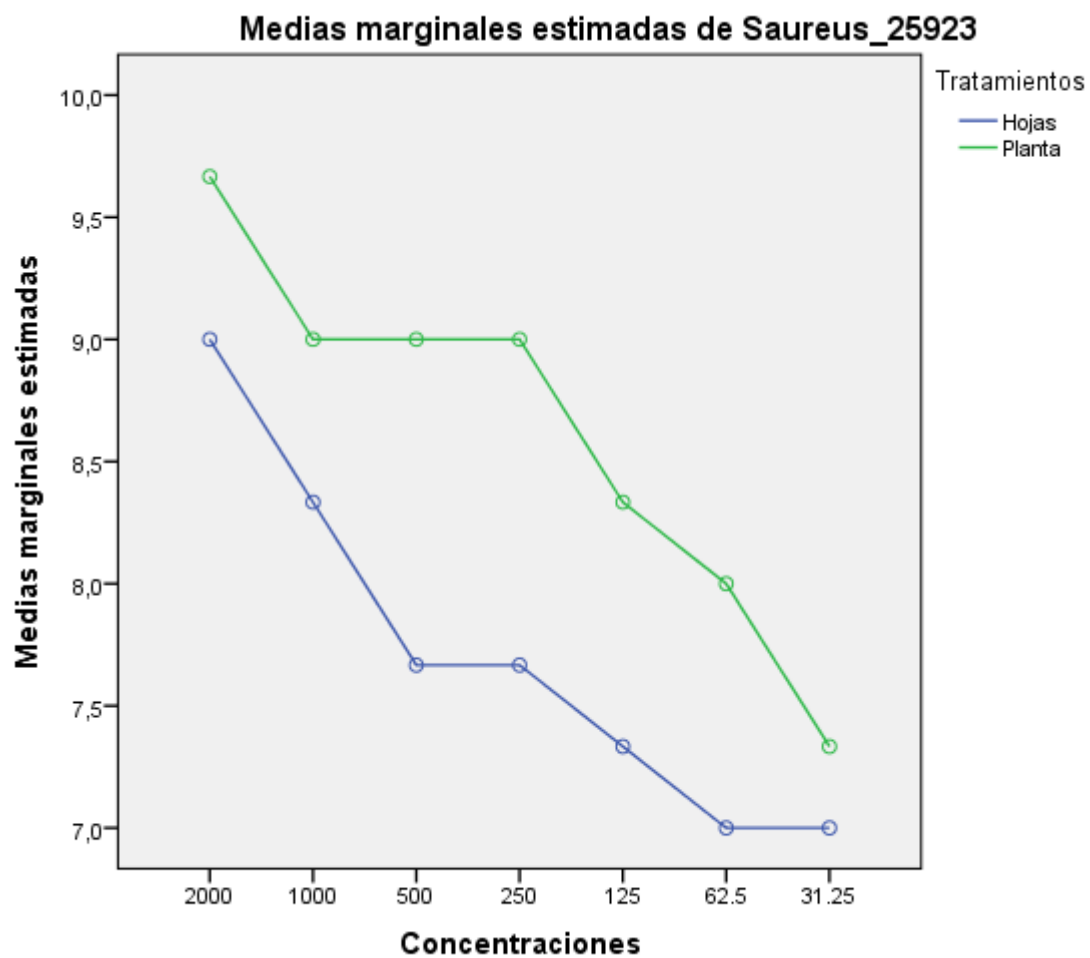


Figura 5. Curva de la actividad antimicrobiana de los extractos de hoja y planta de *Portulaca oleracea* en *S.aureus* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

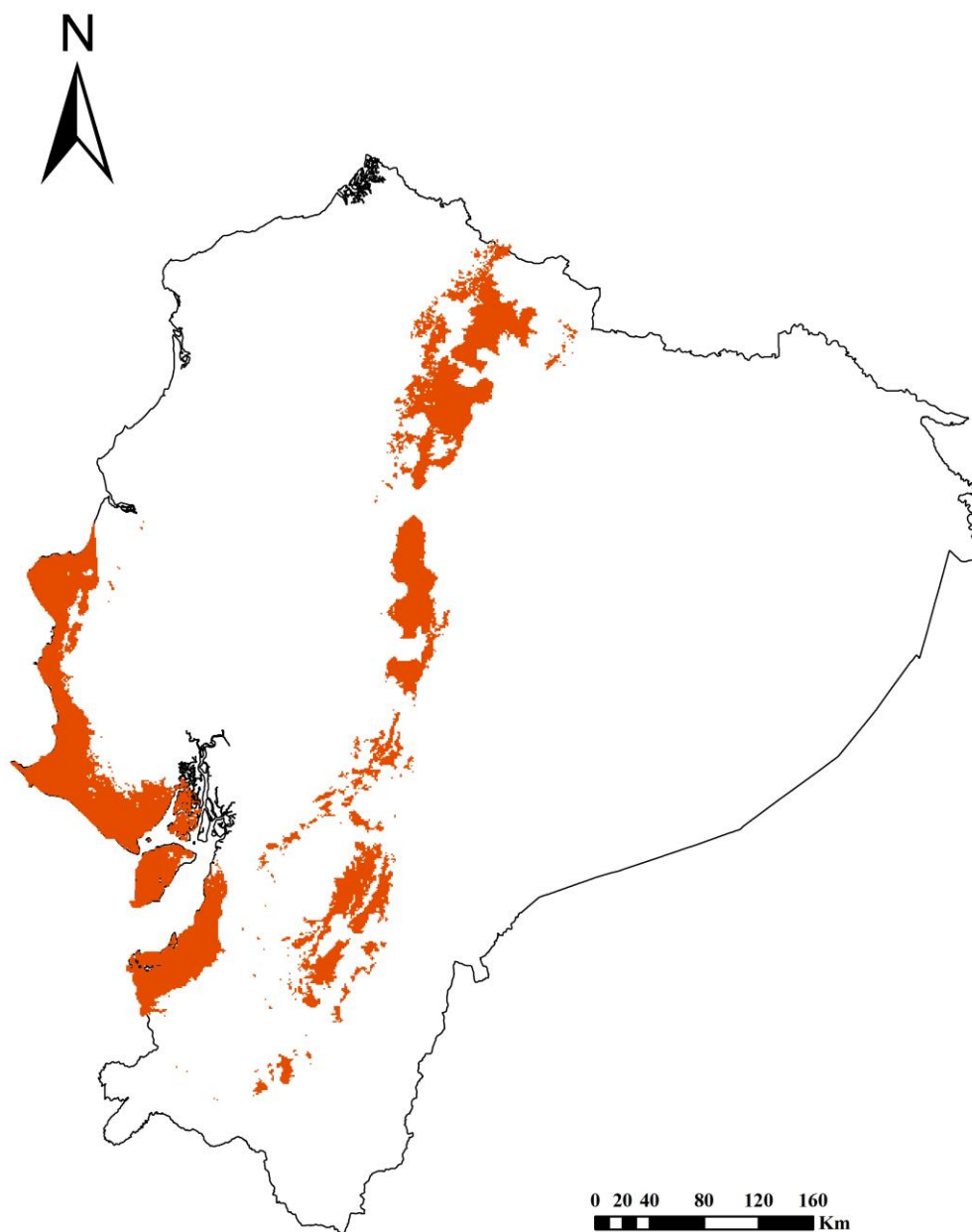
Figura 6.

Figura 6. Mapa del Ecuador donde se muestra la distribución potencial de *Portulaca oleracea* generado por el Software ArcGis 10.0 (Moncayo, 2015)

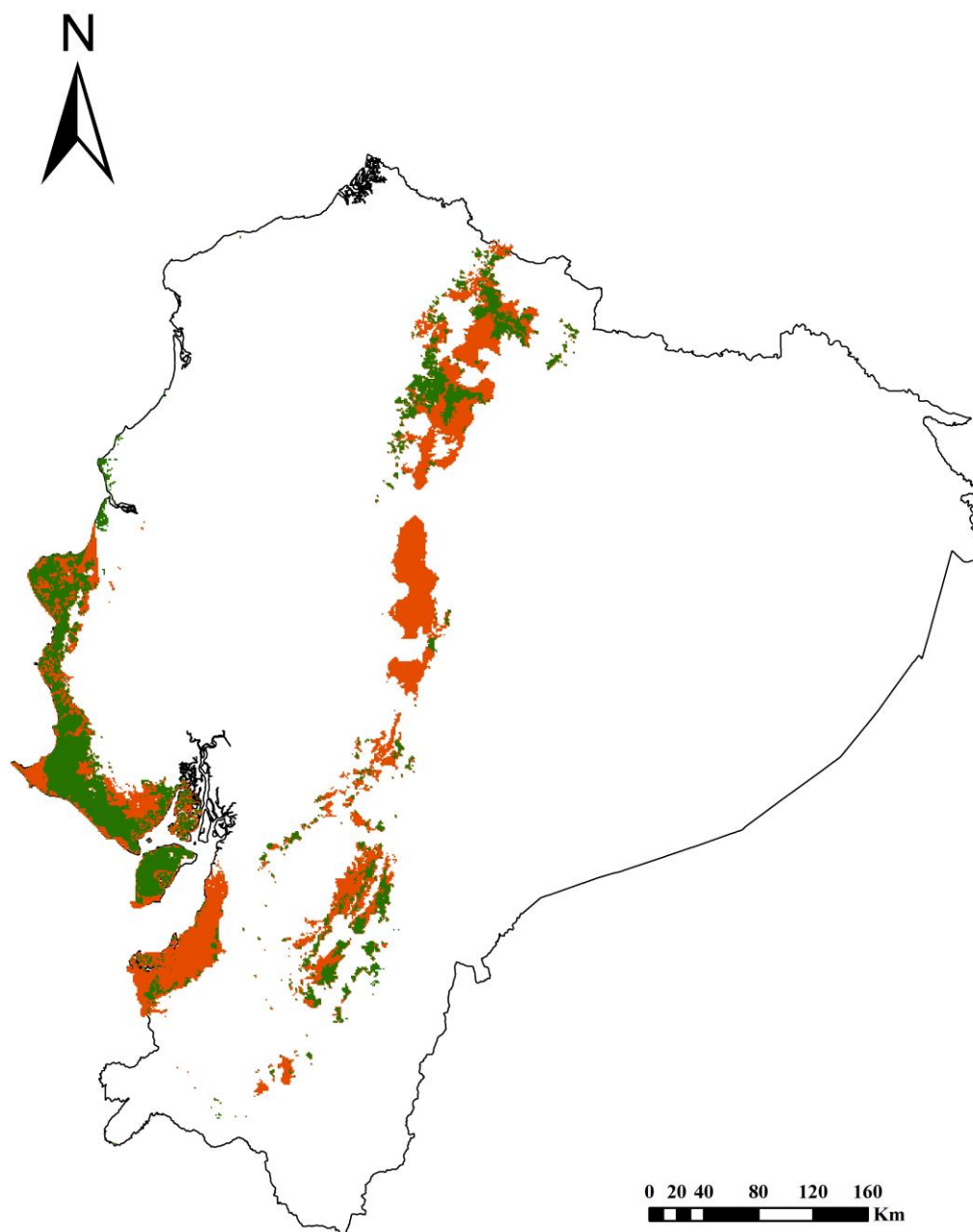
Figura 7.

Figura 7. Mapa del Ecuador donde se muestra la distribución potencial de *Portulaca oleracea* y la remanencia de bosques para determinar áreas de conservación generado por el Software ArcGis 10.0 (Moncayo, 2015)

12.TABLAS

Tabla 1.

Tabla 1. Datos obtenidos de la cuantificación de humedad de las muestras de *Portulaca oleracea* (Moncayo, 2015)

Muestras	Peso Fresco	Peso Seco	Peso Agua	% Humedad
1	937,0149	82,4249	854,5900	91,20
2	2203,4691	169,3280	2034,1411	92,32
3	1869,5157	129,0822	1740,4335	93,10
Humedad Promedio				92,20

Tabla 2.

Tabla 2. Datos obtenidos de las pruebas del tamizaje fitoquímico. (Moncayo, 2015)

PRUEBAS	EXTRACTOS		
	ETEREO	ETILICO	ACUOSO
DRAGENDORF	(+++)	(+++)	(+++)
MAYER	(+)	(+)	(-)
WAGNER	(++)	(++)	(-)
AMARGOS			(+)
MUCILAGOS			(-)
FEELING		(-)	(-)
CLORURO FERRICO		(+)	(+)
SUDAN	(+)		
BALJET	(+++)	(+++)	
LIEBERMAN	(+)	(+)	
RESINAS		(-)	(-)
ESPUMAS		(+)	(-)
SHINODA		(-)	(+)
CATEQUINA		(+)	
BORNTRAGER		(+++)	
ANTOCIANINAS		(-)	
NINHIDRINA		(-)	

Donde:

(+) Significa una baja intensidad de la reacción.

(++) Significa una intensidad moderada de la reacción.

(+++) Significa una intensidad alta en la reacción.

(-) Significa que el metabolito no está presente en el extracto

Tabla 3.

Tabla 3. Datos obtenidos de la cuantificación de contenido lipídico de las muestras de *Portulaca oleracea*.
Donde Balón V contiene el peso de los balones vacíos y Balón S contiene el peso del balones con los extractos secos (Moncayo, 2015)

peso (g)	Muestras	Balón V	Balón S	% Lípidos
1	0,516	19,8720	19,885	2,52
2	0,509	20,447	20,4630	3,14
3	0,518	23,1680	23,176	1,54
4	0,515	24,386	24,396	1,94
			Promedio	2,29

Tabla 4.

Tabla 4. Perfil de ácidos grasos de *Portulaca oleracea* generado por el Software del cromatógrafo de gases Agilent Technologies, modelo 7890A (Moncayo, 2015)

Pk #	Name	Retention Time	Area	Concentration
1	Caproico	4.547	2069458721	9341.735
4	Palmitoleico	26.796	100729	0.341
5	Linoleaidico	44.562	20498	0.051
6	Araquidico	48.619	152511	1.106
7	Linolenico	52.815	308579	0.914
8	Araquidonico	59.708	27959	0.056
9	EPA	65.836	26268	0.049

Tabla 5.

Tabla 5. Relación entre ácidos grasos omega 6 y omega 3 en *Portulaca oleracea* (Moncayo, 2015)

Tipo	Acido Graso	Concentracion	Σ	Relación n6/n3
Omega 3	Linolenico	0,914	0,963	1/9
	EPA	0,049		
Omega 6	Araquidónico	0,056	0,107	
	Linoleico	0,051		

Tabla 6.

Tabla 6. Relación entre porcentaje y peso de ácidos grasos omega 6 y omega 3 en *Portulaca oleracea* (Moncayo, 2015)

Ácidos Grasos	[C]	% normalizado	por cada 100g tengo tanto acidos grasos mg/ml	g AG / 100 gramos de muestra	Σ Omegas	Relación
Linolenico	0,914	36,60392471	7320,784942	7,320784942	7,713255907	9
EPA	0,049	1,962354826	392,4709652	0,392470965		
Araquidónico	0,056	2,242691229	448,5382459	0,448538246	0,857028434	1
Linoleico	0,051	2,042450941	408,4901882	0,408490188		
Palmitoleico	0,321	12,85542651	2571,085302	2,571085302		
Araquidico	1,106	44,29315178	8858,630356	8,858630356		
Sumatoria	2,497					

Tabla 7.

Tabla 7. Anova de los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Efectividad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	1647176,05 ^a	54	30503,260	4283956,848	,000
Tratamientos	20679,327	2	10339,663	1452129,109	,000
Concentraciones	70618,395	17	4154,023	583401,780	,000
Tratamientos * Concentraciones	33966,052	34	999,002	140302,363	,000
Error	1,153	162	,007		
Total	1647177,207	216			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

Tabla 8.

Tabla 8. Test de Tukey aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Efectividad

HSD Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Hojas	Planta	-2,60219*	,014064	,000	-2,63546	-2,56893
	Ac_Ascórbico	-21,93458*	,014064	,000	-21,96785	-21,90132
Planta	Hojas	2,60219*	,014064	,000	2,56893	2,63546
	Ac_Ascórbico	-19,33239*	,014064	,000	-19,36566	-19,29912
Ac_Ascórbico	Hojas	21,93458*	,014064	,000	21,90132	21,96785
	Planta	19,33239*	,014064	,000	19,29912	19,36566

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,007.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Tabla 9.

Tabla 9. Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos luego del Test de Tukey aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Efectividad

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Hojas	72	75,76087		
Planta	72		78,36307	
Ac_Ascórbico	72			97,69546
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,007.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 72,000.

b. Alfa = ,05.

Tabla 10.

Tabla 10. Grupos en los subconjuntos homogéneos luego del Test de Tukey aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Efectividad

HSD Tukey^{a,b}

Concentraciones	N	Subconjunto										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	12	40,90867										
50	12		45,49833									
75	12			55,22517								
100	12				62,22150							
200	12					89,48950						
400	12						93,50675					
1100	12						93,54058	93,54058				
1400	12						93,54692	93,54692				
800	12						93,57133	93,57133	93,57133			
1300	12						93,58592	93,58592	93,58592	93,58592		
900	12						93,59150	93,59150	93,59150	93,59150		
1200	12						93,61442	93,61442	93,61442	93,61442		
500	12							93,63267	93,63267	93,63267	93,63267	
600	12								93,67900	93,67900	93,67900	
1000	12									93,69383	93,69383	
700	12										93,75050	
1500	12										93,75350	
300	12											94,10633
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,159	,408	,159	,156	,056	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,007.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

b. Alfa = ,05.

Tabla 11.

Tabla 11. Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de Hojas de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Estimaciones de parámetro

Parámetro		Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	Concen2	,729	,016	45,961	,000	,698	,760
	Interceptación	-3,498	,092	-37,869	,000	-3,590	-3,405

a. Modelo PROBIT: PROBIT(p) = Interceptación + BX (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Tabla 12.

Tabla 12. Prueba de Chi-cuadrado al Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de Hojas de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Pruebas de chi-cuadrado

	Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT Prueba de bondad de ajuste de Pearson	348,041	70	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que ,150, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Tabla 13.

Tabla 13. EC 50 de los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de hojas de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Límites de confianza						
Probabilidad	95% de límites de confianza para Concen2			95% de límites de confianza para registro (Concen2) ^b		
	Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a						
,010	4,988	3,164	7,279	1,607	1,152	1,985
,020	7,251	4,780	10,253	1,981	1,564	2,328
,030	9,193	6,208	12,746	2,218	1,826	2,545
,040	10,990	7,558	15,014	2,397	2,023	2,709
,050	12,707	8,868	17,155	2,542	2,182	2,842
,060	14,379	10,160	19,218	2,666	2,318	2,956
,070	16,025	11,446	21,230	2,774	2,438	3,055
,080	17,658	12,735	23,211	2,871	2,544	3,145
,090	19,287	14,032	25,174	2,959	2,641	3,226
,100	20,920	15,342	27,128	3,041	2,731	3,301
,150	29,284	22,190	36,987	3,377	3,100	3,611
,200	38,257	29,735	47,349	3,644	3,392	3,858
,250	48,119	38,200	58,560	3,874	3,643	4,070
,300	59,123	47,807	70,915	4,080	3,867	4,261
,350	71,554	58,816	84,735	4,270	4,074	4,440
,400	85,759	71,545	100,406	4,452	4,270	4,609
,450	102,181	86,403	118,421	4,627	4,459	4,774
,500	121,410	103,929	139,446	4,799	4,644	4,938
,550	144,258	124,854	164,408	4,972	4,827	5,102
,600	171,882	150,202	194,657	5,147	5,012	5,271
,650	206,004	181,464	232,238	5,328	5,201	5,448
,700	249,319	220,921	280,423	5,519	5,398	5,636
,750	306,335	272,310	344,794	5,725	5,607	5,843
,800	385,296	342,347	435,745	5,954	5,836	6,077
,850	503,370	444,819	575,302	6,221	6,098	6,355
,900	704,625	614,576	821,120	6,558	6,421	6,711
,910	764,255	663,940	895,533	6,639	6,498	6,797
,920	834,768	721,857	984,325	6,727	6,582	6,892
,930	919,833	791,136	1092,500	6,824	6,673	6,996
,940	1025,124	876,092	1227,857	6,933	6,775	7,113
,950	1159,997	983,786	1403,371	7,056	6,891	7,247
,960	1341,296	1126,826	1642,644	7,201	7,027	7,404
,970	1603,461	1330,730	1994,544	7,380	7,193	7,598
,980	2032,947	1658,721	2583,710	7,617	7,414	7,857
,990	2955,108	2344,226	3890,297	7,991	7,760	8,266

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

Tabla 14.

Tabla 14. Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de planta de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Estimaciones de parámetro						
Parámetro	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza de 95 %	
					Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a						
Concen2	,626	,015	41,798	,000	,596	,655
Interceptación	-2,801	,086	-32,468	,000	-2,887	-2,715

a. Modelo PROBIT: $\text{PROBIT}(p) = \text{Interceptación} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo 2,718 base.)

Tabla 15.

Tabla 15. Prueba de Chi-cuadrado al Probit aplicado a los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de planta de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Pruebas de chi-cuadrado				
		Chi-cuadrado	gl ^b	Sig.
PROBIT	Prueba de bondad de ajuste de Pearson	256,665	70	,000 ^a

a. Puesto que el nivel de significación es menor que ,150, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

b. Las estadísticas basadas en casos individuales difieren de las estadísticas basadas en casos agregados.

Tabla 16.

Tabla 16. EC 50 de los datos obtenidos de las pruebas de efectividad antioxidante en los extractos de planta de *Portulaca oleracea* generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

Límites de confianza						
Probabilidad	95% de límites de confianza para Concen2			95% de límites de confianza para registro (Concen2) ^b		
	Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a						
,010	2,135	1,290	3,256	,759	,255	1,181
,020	3,301	2,081	4,860	1,194	,733	1,581
,030	4,352	2,818	6,267	1,471	1,036	1,835
,040	5,357	3,539	7,589	1,678	1,264	2,027
,050	6,344	4,260	8,868	1,848	1,449	2,182
,060	7,327	4,987	10,125	1,991	1,607	2,315
,070	8,312	5,727	11,374	2,118	1,745	2,431
,080	9,306	6,481	12,623	2,231	1,869	2,536
,090	10,314	7,252	13,878	2,333	1,981	2,630
,100	11,337	8,043	15,143	2,428	2,085	2,718
,150	16,773	12,343	21,743	2,820	2,513	3,079
,200	22,898	17,337	29,001	3,131	2,853	3,367
,250	29,907	23,192	37,150	3,398	3,144	3,615
,300	38,012	30,102	46,426	3,638	3,405	3,838
,350	47,472	38,307	57,112	3,860	3,646	4,045
,400	58,617	48,121	69,563	4,071	3,874	4,242
,450	71,884	59,957	84,254	4,275	4,094	4,434
,500	87,869	74,371	101,834	4,476	4,309	4,623
,550	107,408	92,141	123,231	4,677	4,523	4,814
,600	131,718	114,373	149,816	4,881	4,739	5,009
,650	162,640	142,709	183,712	5,092	4,961	5,213
,700	203,115	179,704	228,394	5,314	5,191	5,431
,750	258,164	229,607	289,948	5,554	5,436	5,670
,800	337,192	300,179	380,049	5,821	5,704	5,940
,850	460,328	407,712	524,230	6,132	6,011	6,262
,900	681,031	594,683	791,871	6,524	6,388	6,674
,910	748,602	650,791	875,706	6,618	6,478	6,775
,920	829,629	717,504	977,220	6,721	6,576	6,885
,930	928,880	798,475	1102,893	6,834	6,683	7,006
,940	1053,828	899,385	1262,967	6,960	6,802	7,141
,950	1216,972	1029,659	1474,750	7,104	6,937	7,296
,960	1441,196	1206,391	1770,295	7,273	7,095	7,479
,970	1774,236	1464,829	2217,397	7,481	7,289	7,704
,980	2339,019	1894,428	2993,766	7,757	7,547	8,004
,990	3615,797	2837,239	4812,001	8,193	7,951	8,479

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.

b. Base de logaritmo = 2,718.

Tabla 17.

Tabla 17. Anova de los datos obtenidos de las pruebas de antimicrobianas con E.coli y Test de Dunnett generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

E.coli Anova 2x7+1					
Fuente	gl	SC	CM	F	sig.
Tratamientos	14	48,979	3,499	10,657	0,000
Hojas A	1	3,429	3,429	10,454	0,003
Planta B	6	41,810	6,968	21,243	0,000
AxB	6	3,238	0,539	1,643	0,167
Control vs Resto	1	0,502	0,502	1,53	0,225
Error Exp	33	10,833	0,328		
Total	47	59,813			

Tabla 18.

Tabla 18. Anova de los datos obtenidos de las pruebas de antimicrobianas con S.aureus y Test de Dunnett generado por el Software SPSS versión 22.0 (Moncayo, 2015)

S.aureus Anova 2x7+1					
Fuente	gl	SC	CM	F	sig.
Tratamientos	14	29,167	2,083	1,657	0,115
Hojas A	1	8,595	8,595	6,837	0,013
Planta B	6	19,333	3,222	2,563	0,038
AxB	6	1,238	0,206	0,164	0,985
Control vs Resto	1	0,001	0,001	0,00079	0,979
Error Exp	33	41,500	1,257		
Total	47				

Tabla 19.

Tabla 19. Puntos de ocurrencia de *Portulaca oleracea* tomados de las bases de datos Tropica.org, Gbif y herbarios (Moncayo, 2015)

Especie	Latitud	Longitud	Altura (m)	Locacion	Provincia	Herbario	Colector	Fecha
<i>Portulaca oleracea</i>	01°05'S	77°42'W	300	Macuma	Morona Santiago	University of Arizona Herbarium	Coll. W. Van Asdall	25 de febrero 1982
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0°13'25"S	78°30'44"W	2800	Mercado La Carolina	Pichincha		J.Putcher	13 de julio 2001
<i>Portulaca oleracea</i> L.	02°44'S	79°55'W	0	Isla Puná	Guayas	Botanical Institute Aarhus University	J.E. Madsen	5 de agosto 1987
<i>Portulaca oleracea</i>	02°14'S	79°37'W	50	Estación Experimental El Boliche	Guayas	QCA	B. McBride	17 de febrero 1976
<i>Portulaca oleracea</i>	01°15'S	78°37'W	2650	Ciudadela España	Tungurahua	Botanical Institute Aarhus University	J.Brandbyge	23 de octubre 1983
<i>Portulaca oleracea</i>	00°45'S	90°17'W	0	Estación Científica Charles Darwin	Galápagos	Smithsonian Institution	Phyllis Bentley	01 de noviembre 1982
<i>Portulaca oleracea</i> L.	00°00'S	79°59'W	2000-3000	Hacienda El Cisne	Pichincha	QCA	J.Jaramillo	31 de marzo 1979
<i>Portulaca oleracea</i> L.	02°48'S	80°08'W	0	Campo Alegre a Cauchiche	Guayas	Botanical Institute Aarhus University	J.E. Madsen	08 de junio 1987
<i>Portulaca oleracea</i>	00°08'S	78°28'W	2500	Nayon	Pichincha	QCA	Cecilia de Torres	12 de agosto 1974
<i>Portulaca oleracea</i> L.	00°28'S	76°33'W	200	Rio Napo	Napo	Museo Antropologico	H. Baslev	20 de agosto 1982
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0°48'N	78°55'W	100	Rio Cayapa	Esmeraldas	Botanical Institute Aarhus University	P.Kvist	05 de julio 1982
<i>Portulaca oleracea</i>	0°36'06"S	75°52'30"W	200-275	Comunidad de Shiro	Orellana	QCA	R.Bensman	16 de abril 1990
<i>Portulaca oleracea</i> L.	02°13'S	80°58'W	0	Salinas	Santa Elena	Botanical Institute Aarhus University	A.Barfod	02 de noviembre 1983
<i>Portulaca oleracea</i> L.	02°04'S	76°58'W	300	Rio Bobonaza	Pastaza	QCA	Coll. Jeffrey	28 de diciembre 1976
<i>Portulaca oleracea</i>	02°15'S	80°05'W	0	Salinas	Santa Elena	Sixth Ecuadorean Expedition	G.Harling	20 de enero 1985
<i>Portulaca oleracea</i> L.	03°59'S	79°11'45"W	2823	Cerro Villona	Loja	Sixth Ecuadorean Expedition	G.Harling	13 de febrero 1985
<i>Portulaca oleracea</i> L.	03°30'S	80°13'W	0-50	Arenillas	El Oro	Botanical Institute Aarhus University	J.E. Madsen	16 de febrero 1984
<i>Portulaca oleracea</i> L.	00°24'N	77°56'W	1800	Pimampiro	Imbabura	Botanical Institute Aarhus University	P.Filskov	24 de noviembre de 1981
<i>Portulaca oleracea</i> L.	00°00'14,7"S	78°23'50,5"W	2301	Bosque Protector Jerusalem	Pichincha	QCA	C.Quintana	11 de marzo 2009
<i>Portulaca oleracea</i> L.	00°29'N	78°06'W	1634	Carretero Ibarra-Juncal	Imbabura	QCA	Alina Freire	27 de julio 1992
<i>Portulaca oleracea</i> L.	00°52'41"S	80°32'34"W	23	Roca fuerte-Crucita	Manabi		C. Moncayo	27 de septiembre 2014

Tabla 20.

Tabla 20. Pruebas del tamizaje fitoquímico. (Moncayo, 2015)

Extracto	Ensayo	Metabolito	Reacción Positiva
Etéreo	Sudán	Aceites y grasas	Película en rojo en las paredes del tubo
	Baljet	Lactonas y coumarinas	Coloración o precipitado rojo
	Dragendorff	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Mayer	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Wagner	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Liebermann	Triterpenos y esteroides	rosado-azul, verde inteso, verde-negro
Etílico	Catequinas	Catequinas	Mancha verde a luz UV
	Resinas	Resinas	Precipitado
	Fehling	Azúcares reductores	Rojo o precipitado
	Baljet	Lactonas y coumarinas	Coloración o precipitado rojo
	Liebermann	Triterpenos y esteroides	rosado-azul, verde inteso, verde-negro
	Espumas	Saponinas	Espuma en la superficie 2mm por 2 min
	Cloruro férrico	Fenoles y Taninos	rojo vino, verde, azul
	Ninhidrina	Aminoácidos	azul violáceo
	Borntrager	Quinonas	Coloración rosada (++) o coloración roja (+++)
	Shinoda	Flavonoides	amarillo, naranja, rojo
	Kedde	Cardenolicos	violáceo
	Antocianidinas	Antocianina	rojo o marrón en fase amilica
	Dragendorff	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Mayer	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Wagner	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
Acuoso	Dragendorff	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Mayer	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Wagner	Alcaloides	Opalescencia(+), turbidez (++) , precipitado(+++)
	Cloruro férrico	Taninos	rojo vino, verde, azul
	Shinoda	Flavonoides	amarillo, naranja, rojo
	Fehling	Azúcares reductores	Rojo o precipitado
	Espumas	Saponinas	Espuma en la superficie 2mm por 2 min
	Mucílagos	Mucílagos	Consistencia gelatinosa
	Principios amargos	Astringentes	Saboreando

13. ANEXOS

Anexo 1.

Anexo 1. *Portulaca oleracea* (Moncayo, 2015)



Anexo 2.

Anexo 2. Equipo Rotavapor Boeco RVD 400 SD (Moncayo, 2015)



Anexo 3.

Anexo 3. Equipo Cromatógrafo de gases Agilent Technologies, modelo 7890A (Moncayo, 2015)

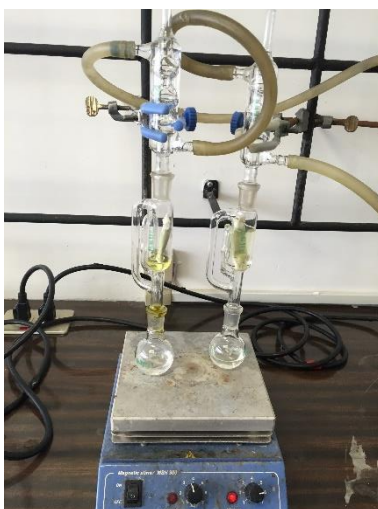
**Anexo 4.**

Anexo 4. Equipo de Soxhlet armado para la extracción de ácidos grasos en *Portulaca oleracea* (Moncayo, 2015)



Anexo 5.

Anexo 5. Equipo micro Soxhlet armado para la extracción de ácidos grasos en *Portulaca oleracea* (Moncayo, 2015)

**Anexo 6.**

Anexo 6. Concentración de extractos metanólicos de *Portulaca oleracea* en equipo Rotavapor (Moncayo, 2015)



Anexo 7.

Anexo 7. Equipo secador de plantas a 65°C (Moncayo, 2015)

**Anexo 8.**

Anexo 8. Equipo Espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 60 utilizado para la medición de la efectividad antioxidante de *Portulaca oleracea* (Moncayo, 2015)

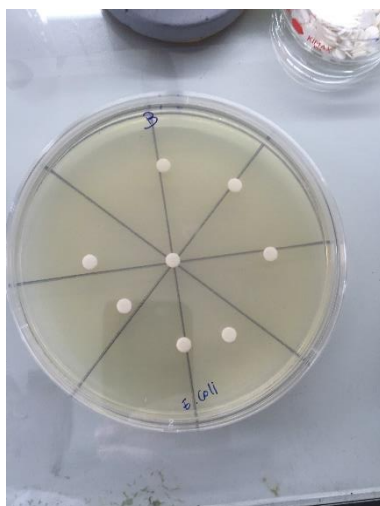


Anexo 9.

Anexo 9. Equipo Espectrofotómetro Eppendorf BioPhotometer utilizado para calibrar la escala de McFarlan en las bacterias (Moncayo, 2015)

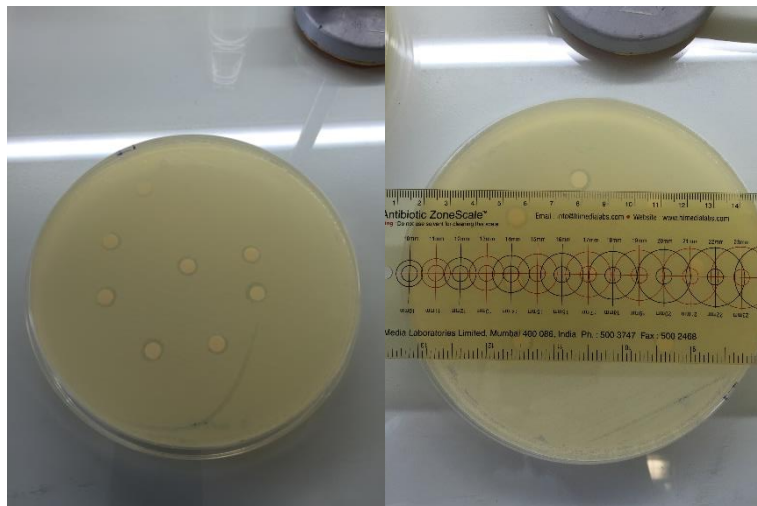
**Anexo 10.**

Anexo 10. Distribución de los discos con extractos en las placas para realizar el antibiograma (Moncayo, 2015)



Anexo 11.

Anexo 11. Medición de los halos de inhibición de los extractos de *Portulaca oleracea* en las placas de antibiograma (Moncayo, 2015)



GLOSARIO

AOAC: Official method 996.06 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated in Foods). Hydrolytic

Extraction Gas Chromatographic Method

DPPH: radical 2, 2-difenil,1-picrilhidrazil

EPA: ácido eicosapentaenoico

DHA: ácido docosahexaenoico

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Cristian Roberto Moncayo Espín, con C.I.: 1713766929, autor del trabajo de graduación titulado: “Ácidos Grasos, Actividad Antioxidante y Antibacterial en extractos de Verdolaga (*Portulaca oleracea*)”, previa a la obtención del grado académico de **MAGISTER EN BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN**, en la **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 03 de diciembre de 2015

Ing. Cristian Moncayo Espín

C.I.: 1713766929